

Tedarik Zinciri Yönetiminde Su Ayak İzi

İlknur Tanrıverdi¹

Özet

Üretim, tüketim ve ticaretin sürekli artması, doğal kaynakların hızla tükenmesi, kıt bir varlık olan temiz suyun sürdürülebilirliğini sağlama çabalarını doğurmuştur. Nüfus, tüketim ve su kullanımı tüm dünyada her geçen gün artmakta ancak temiz su kaynakları sürekli olarak azalmaktadır. Temiz suyun korunması, kullanımının azaltılması bir tercihten çok gereklilik haline almıştır. İnsan yaşamının olduğu gibi ekonomik faaliyetlerin de önemli bir bileşeni olan su, artan nüfus, iklim değişikliği ve sanayileşme nedeniyle küresel tatlı su kaynaklarının her geçen gün azalmasına neden olmaktadır. Su ayak izi, kişi, işletme, bölge ya da ülkeler için hesaplanabilen, doğrudan ya da dolaylı olarak kullanılan toplam su miktarıdır. Tedarik zinciri boyunca dağıtım, üretim, tedarik gibi tüm faaliyetler boyunca temiz su kullanımı söz konusudur. İşletmelerin tedarik zinciri süreçlerinde suyun sürdürülebilirliği konusunda proaktif davranmaları, kıt bir kaynak olarak tatlı su kaynaklarının korunmasında önemli bir etken olarak görülmektedir. Bu çalışmanın amacı su tüketiminde önemli bir faktör olarak görülen işletmelerin su ayak izinin tedarik zinciri yönetimi açısından değerlendirilmesidir. Araştırmada tedarik zinciri yönetimi konusunda su ayak izi araştırmalarını konu alan uluslararası yazın dair sistematik bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda Web of Science veri tabanında İngilizce olarak yazılmış, başlığında “supply chain (tedarik zinciri)” ve “water footprint (su ayak izi)” anahtar kelimeleri geçen makaleler taranmış ve belirlenen kriterler dahilinde 24 makaleye ulaşılmıştır. Makaleler içerik olarak incelenerek yazına ait gelişmeler değerlendirilmiştir.

1. Giriş

İklim değişikliği ve muhtemel su kıtlığı küresel açıdan ele alınan en önemli konular arasındadır. Dünyada artan nüfus, küresel ısınma ile birlikte sıcaklık artışı, kuraklık ve aşırı yağış gibi olumsuzluklar sürdürülebilirlik açısından riskler olarak görülmektedir. Tüm faktörlerin yanı sıra tatlı su, canlı yaşamı

1 Dr. Öğr. Üyesi, Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, itanriverdi@bandirma.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6788-497X

için en hayati unsur durumundadır. İnsan Hakları Konseyi (2011) 16/2 sayılı kararla güvenli içme suyuna erişimi bir insan hakkı olarak kabul etmiştir. Ancak bununla beraber Dünya nüfusunun yaklaşık yüzde 17'si ihtiyaç duyulan günlük 50 litre temiz suya erişim sağlamakta güçlük çekmektedir. 2050 yılına kadar 180 ülkenin 87'inin su kıtlığı yaşayacağı öngörülmektedir (Baggio vd.,2021). Buzulların erimesi, hava sıcaklıklarının artması, temiz su kaynaklarının her geçen gün azalması, su hakkında daha fazla politika üretilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tatlı su, üretim için gerekli faktörlerinden biri durumundadır. Sektörlere ve üretim sürecine göre ihtiyaç olunan su miktarı değişmektedir. Tarımsal faaliyetlerde küresel tatlı su kaynaklarının %70'i kullanılırken, sanayi üretiminde küresel kaynakların %22'si kullanılmaktadır (United Nations, 2023). Metallerin çıkarılması, öğütülmesi, ayrılması, rafine edilmesi ve üretilmesi için de kritik bir girdi olduğu gibi(Madaka vd., 2022), tekstil sektöründe dokuma, boyama, konfeksiyon gibi süreçler için vazgeçilmez bir girdi konumundadır(Li vd.,2021). Yaşam için gerekli, ancak kıt bir kaynak olan suyun her geçen gün tükenmesi riski ve muhtemel su krizlerinin önlenmesi adına suyun tüketimi ile ilgili stratejilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca üretim faktörlerinin önemli bir kısmının ithalat yolu ile diğer ülkelerden temin edilmesi suyun ülkeler arasında transfer edildiğini de göstermektedir. Tedarik zincirlerinin küresel olarak yönetildiği günümüzde su tüketimi de sadece bölgesel değil, küresel olarak da gerçekleşmektedir. Bu noktada su kaynaklarını tüketen işletmelerin üretim ve tedarik zinciri yönetimi faaliyetleri boyunca suyun harcanmasına, kirletilmemesine ve geri dönüştürülmesine yönelik uygulamaları benimsemesi gerekmektedir. Faaliyet boyunca kullanılan suyun hesaplanması için bir performans göstergesi olarak su ayak izi kavramı Hoekstra ve Hung (2002) tarafından ortaya atılmıştır. Su ayak izi bir ürün için hesaplanabileceği gibi, bir işletme, bir sektör, bir bölge için de hesaplanabilmektedir. Tedarik zinciri yönetimi de doğrudan ve dolaylı olarak yoğun su tüketimi gerçekleştiren bir sürece sahiptir. Bu nedenle de giderek artan sayıda işletme suyun sürdürülebilirliği konusunu gündemlerine dahil etmekte (Aivazidou vd.,2018:592), politika yapıcılar suyun önemine daha fazla dikkat çekmekte (Weerasooriya vd., 2021) ve suyun sürdürülebilirliğine ilişkin akademik araştırmalar her geçen gün artmaktadır(Durán-Sánchez vd., 2018). Bu noktadan yola çıkarak bu çalışmanın amacı su tüketimi açısından önemli bir faktör olarak görülen işletmelerin su ayak izinin tedarik zinciri yönetimi süreci boyunca değerlendirilmesi olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda tedarik zinciri yönetiminde su ayak izi konusundaki alanyazını incelemek ve gelişmeleri ortaya koymak maksadı ile araştırma soruları oluşturulmuştur.

Araştırma Sorusu 1: Tedarik zinciri yönetimi literatüründe suyun sürdürülebilirliği ve su ayak izinin yeri nedir?

Araştırma Sorusu 2: Tedarik zinciri yönetiminde suyun sürdürülebilirliği uluslararası literatürde hangi sektörlerde araştırılmaktadır?

Araştırma Sorusu 3: Tedarik zinciri yönetiminde suyun tüketimine ilişkin yapılan araştırmalarda elde edilen sonuçlar nelerdir?

Bu soruların cevaplarına ulaşmak amacıyla çalışmada sistematik literatür taraması yöntemi uygulanmıştır. Araştırmanın birinci bölümünde tedarik zinciri yönetiminde su ayak izinin önemine değinilmiş, ikinci bölümde literatür incelemesi yapılmış, üçüncü bölümde araştırma soruları ışığında uluslararası literatürün sistematik tarama yöntemi ile analizi gerçekleştirilmiş, sonuç bölümünde ise yapılan araştırma sonucunda elde edilen bulgulara, önerilere ve kısıtlara yer verilmiştir.

2. Kavramsal Çerçeve

Bu başlıkta su ayak izi, tedarik zinciri yönetimi kavramları açıklanarak; tedarik zinciri yönetiminde su ayak izi kavramsal çerçevesi ele alınacaktır.

2.1 Su Ayak İzi

Sürdürülebilirlik, hükümetler, politika yapıcılar, araştırmacılar ve halk arasında önemli bir konu olarak ortaya çıkmıştır. Son yıllarda sürdürülebilirlik bağlamında ölçümler yapmayı hedefleyen ayak izi araçları kullanılmaya başlanmıştır. Ayak izi ölçümleri farklı çevresel boyutları ele alan sürdürülebilirlik değerlendirmesinin çeşitli yönlerini temsil etmektedir. 1992 yılında Rees tarafından geliştirilen Ekolojik Ayak İzi (Rees, 1992), 2002 yılında Hoekstra ve Hung tarafından geliştirilen su ayak izi (Hoekstra ve Hung, 2002), 2003 yılında Høgevoid tarafından geliştirilen karbon ayak izi (Høgevoid, 2003) sürdürülebilirlik literatüründe ele alınan ayak izi ölçümlerinin en yaygın kullanılanlarındandır (Çuček vd., 2012:10)

Su ayak izi, mal ve hizmet üretmek için tüketilen su miktarının toplamıdır. Birey, kurum ya da ülkelerin tükettiği tüm mal ve hizmetlerin üretilebilmesi için kullanılan su miktarının gösterge olarak değerlendirilmesidir (Hoekstra ve Hung, 2002). Doğrudan ve dolaylı su tüketimi olmak üzere iki şekilde ele alınmaktadır. Doğrudan su tüketimi, kişilerin mutfakta, banyoda kullandığı ayrıca araba yıkamak, bitki ve hayvanlarını bakmak için tükettiği su miktarını içermektedir. Dolaylı su tüketimi ise tüketilen mal ya da hizmetlerin üretimi için tedarik zinciri boyunca kullanılan su miktarından oluşmaktadır. Bir tüketicinin su ayak izi, doğrudan ve dolaylı su kullanımının toplamı iken, bir

ürünün su ayak izi, ürünün tüm tedarik zinciri boyunca doğrudan veya dolaylı olarak tüketilen ve kirlenen toplam tatlı su hacmi olarak tanımlanmaktadır (Hoekstra, 2008). Tüketilen ve kirlenen su hacmiyle ölçülen, küresel su kaynaklarının insan tarafından kullanımının bir ölçüsüdür (Hoekstra, 2011). Su ayak izi kavramının kullanılmaya başlanması ile su sorunlarını çeşitli kitlelere aktarmadaki gücü nedeniyle akademik araştırmalarda, işletmelerde, bölgesel ve ülkesel ölçümlerde popülerlik kazanmıştır. Ölçümü bireyler için (Dursun, 2019), bir bölge için (Fu vd.,2022), bir ürün grubu için (Xinchun vd.,2018), bir sektör için (Alper, 2015), bir ülke için (Turan, 2017) gerçekleştirilebilmek mümkündür. Su ayak izinin ölçülmesi araştırmanın yapıldığı kişi, kurum ya da ülkenin su tüketimini ortaya koymayı ve suyun kullanımını azaltması yolunda stratejilerin belirlenmesini sağlayabilmektedir.

Bölgeler arasında su kaynakları ve iklim farklılıkları nedeniyle su ayak izi ölçmek karbon ayak izinden çok daha zordur. Farklı sektörlerin, farklı bölgelerin birçok çalışmada farklı yöntemlerle ölçülmesi ve odak noktasındaki farklılıklar nedeniyle farklı değerler ve bulgulara ulaşmak mümkün olabilmektedir. Şu ana kadar su ayak izini ölçmek için kullanımında fikir birliğine varılmış, standart bir yöntem bulunmamaktadır (Subramaniam vd., 2020). Lovarelli vd.'ne göre (2016) su ayak izi ölçümleri genellikle ürün ya da sektör bazında yapılmakta, standart bir ölçüm aracının kullanılmaması nedeni ile standart bir karşılaştırma da mümkün olmamakta ancak yine de mevcut su ayak izi ölçüm araçları geniş çapta kabul edilmektedir. Su ayak izini hesaplamak, satın alma kararlarını çevresel etkilere göre vermek isteyen tüketiciler için su ayak izlerindeki değişikliklere ilişkin bilgilere ulaşma, tükettikleri ürünün türünü ve kaynağını seçmek için bir temel sağlama ve böylece tüketimlerinin su etkisini azaltma faydası sağlamaktadır (Brauman vd., 2020). Kullanılan toplam su hacminin yanısıra su kullanımının türünün belirlenmesi, suyun nerede ve ne zaman kullanıldığına ilişkin verileri de içermektedir. Hoekstra (2013) su tüketimini; amaç ve kapsamın belirlenmesi, hacimsel su ayak izinin muhasebesi, su ayak izi sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi ve su ayak izi yanıt formülasyonu olarak kategorize etmiştir.

Su ayak izi mavi, yeşil ve gri olmak üzere 3 şekilde ele alınmaktadır. Mavi su ayak izi, bireylerin ve toplumların su kullanımının dünyanın tatlı su kaynakları üzerindeki etkisinin bir ölçümüdür. Mavi su ayak izi, su tüketiminin, kaynak stresinin ve kalitesinin dahil edilmesiyle hesaplanmaktadır. Mavi su kaynakları genel olarak erişilebilirliklerine bakılmaksızın dünya yüzeyindeki veya belirli coğrafi konumlardaki yenilenebilir tatlı suyun toplam akışı olarak ölçülmektedir (Liu vd., 2017). Yeşil su, toprakta depolanan ve daha sonra bitkiler tarafından emilen yağmur suyunu ifade etmektedir. Tarımsal üretim için çok önemli bir su kaynağıdır. Tarımdaki toplam su kullanımının yaklaşık

%90'ından sorumludur ve küresel gıdanın %60'ı ek sulama yapılmaksızın yeşil su sayesinde üretilmektedir (Rockström vd.,2009). Gri su ise; mevcut ortam su kalite standartlarına bağlı olarak kirleticilerin yükünü ortadan kaldırmak için gereken tatlı su hacmi olarak tanımlanmaktadır (Hoekstra vd., 2011).

2.2 Tedarik Zinciri Yönetiminde Su Ayak İzi

Tedarik zinciri yönetimi hammaddenin kaynağından müşteriye kadar ulaştırılması hatta geri dönüşü de kapsayan bir süreci ifade etmektedir. Tedarik Zinciri Profesyonelleri Konseyine göre (CSCMP, 2008) tedarik zinciri yönetimi “satın alma, tedarik, dönüşüm ve tüm lojistik yönetimi faaliyetlerinde yer alan bütün operasyonların planlanması ve yönetimini kapsamakta, zincirde yer alan tüm kanal ortakları da (tedarikçiler, araçlar, üçüncü taraf servis sağlayıcılar ya da müşteriler gibi) içermektedir.” Sanayi Devrimi ile kitlesel üretime başlayan işletmeler için 2000’li yıllardan itibaren tedarik zinciri yönetimi önemli bir rekabet stratejisi aracı haline gelmiştir. Maliyetlerin düşürülmesinde, kalitenin artırılmasında, müşteriye daha hızlı cevap vermede tedarik zinciri bir anahtar konumundadır. İşletmeler için stratejik öneme sahip bu araç, üretimin tasarlanması ve üretim kaynaklarının planlanması konusunda da yetkiye sahip durumdadır. Küresel tedarik zinciri yönetiminde kurumsal sosyal sorumluluk ile günümüzün önemli sorunlarından biri olan küresel sürdürülebilirlik probleminin çözülmesine katkı sağlanabileceğine ilişkin bakış açısı her geçen gün yayılmaktadır (Acquaye vd., 2017).

Su, tarım, gıda ve endüstriyel üretim gibi büyük ekonomik faaliyetlerin önemli bir girdisi konumundadır (Jefferies vd., 2012). Yıkama, soğutma veya ısıtma için girdi olarak kullanılmakta ya da nihai ürünün bir bileşeni olarak üretime dahil edilmektedir (Haque vd. 2021). Artan dünya nüfusu, ilerleyen sanayileşme ve hızlı tüketim gibi nedenlerle tatlı su kaynakları endişe verici bir oranda tükenmektedir (Manzardo vd., 2014). Su kıtlığının önümüzdeki yıllar içinde şirket varlıkları için iklimle ilgili en büyük tehdit haline geleceği öngörülmektedir (Naik ve Lord, 2021). Dünya Ekonomik Forumu 2023 Küresel Riskler 2023 Raporu’na göre (WEF, 2023) doğal kaynakların kıtlığı, özellikle de su ile ilgili sorunlar gelecek 10 yıl içerisindeki ilk 10 risk arasında görülmektedir. Buna karşın malların üretim süreci suya mutlaka ihtiyaç duymakta ancak bu kullanım sonucunda ciddi miktarda su ayak izine neden olmaktadır. Endüstriyel üretimi sağlamak için ihtiyaç duyulan su miktarı evlerde içme ve genel kullanım için kullanılan su miktarının çok çok üstündedir. Ayrıca küreselleşmenin yoğunlaşması ile malların üretildiği ülke ile tüketildiği ülkeler de birbirinden farklı olabilmekte, bu da özellikle

üretiminde yoğun su tüketimine ihtiyaç duyulan ürünlere ulaşmada suyun çok olduğu ülkelerden bu ürünlerin satın alınmasını sağlayabilmektedir. Bu durum ihracat yoluyla suyun transferi anlamına gelmektedir. Birçok ülkenin yabancı kaynaklara bağımlı olması kendi bölgeleri dışındaki su tüketimini ve kirliliği etkilemesine neden olmaktadır (Bernardi vd., 2012). Bir bölgenin toplam tüketime yönelik su ayak izi, yerel tüketime yönelik üretilen mallar için kullanılan su miktarını ifade ederken, toplam üretime yönelik su ayak izi, hem yerel tüketim hem de uluslararası pazarlara yönelik üretilen ürünler için kullanılan toplam su miktarını ifade etmektedir (Aviso vd., 2011).

Ürünün su ayak izi kavramı, ürünün uçtan uca tedarik zincirinde doğrudan veya dolaylı olarak tüketilen ve kirlenen toplam tatlı su hacminin temel performans göstergesi olarak tanımlanmaktadır (Hoekstra, 2008). Bu da mavi, yeşil ve gri su tüketiminin toplamından oluşmaktadır. Su Ayak İzi Ağı'nın yayınladığı tanımlara göre (Aldaya vd., 2012), tedarik zinciri açısından mavi su ayak izi , bir mal veya hizmetin üretimi için kullanılan yüzey ve yeraltı suyunun hacmidir. Yeşil su ayak izi, özellikle tarım ve orman ürünlerinin üretim sürecinde tüketilen yağmur suyunun hacmini ifade ederken, gri su ayak izi ise, bir ürünün tüm tedarik zinciri boyunca üretimiyle ilişkilendirilebilecek tatlı su kirliliği olarak nitelendirilmektedir.

Tatlı suyun korunması ve sürdürülebilirliği, önde gelen işletmeler için kurumsal sosyal sorumluluğun önemli bir konusu haline gelmiştir. Yeşil kurumsal imajın firmaların finansal performansını önemli ölçüde olumlu şekilde etkilemesi nedeni ile (Amores-Salvador vd., 2014) artan sayıda şirket, uçtan uca tedarik zinciri bakış açısıyla su ayak izlerini açıklamayı tercih etmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde doğrudan ve dolaylı su tüketimini izlemek için kullanılan bazı yöntemler mevcuttur. Sürdürülebilirlik, verimlilik ve su kullanımının güvenliği gibi makro konuları analiz etmek için uygulanan çevresel ayak izi değerlendirme (EFA), çevresel etkiyi mikro bir bakış açısı ile araştırmak için kullanılan yaşam döngüsü değerlendirme (LCA) ve ekonomik faaliyetlerin kaynak kullanımı ve çevre üzerindeki etkisini incelemek için kullanılan ekonomik girdi-çıktı yöntemi (EIO) bunlardan bazılarıdır (Houyin vd., 2022).

3. Araştırma Tasarımı

Araştırma sorularını cevaplamak için nitel yöntem yaklaşımı uygulanmıştır. Araştırma ortamını anlamak için yazında sistematik bir literatür taraması ile yapılmıştır.

3.1. Literatür İnceleme Prosedürü

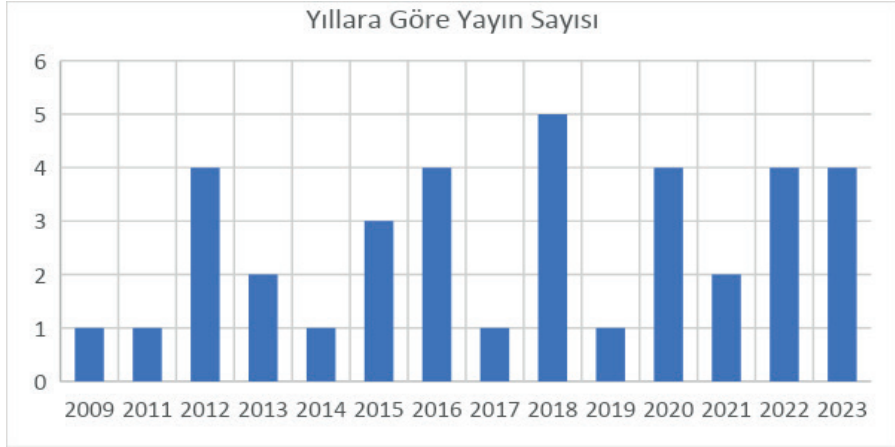
Sistemantik literatür taraması alanın mevcut durumunun ortaya konmasına ve eksik bilginin tespit edilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Büyük bilgi kütlelerini araştırmak, sınıflandırmak, araştırmacının sınırlarını keşfetmeye katkıda bulunmak için tasarlanmış bilimsel bir yöntemdir (Gu ve Lago, 2009). Bu çalışmada Durach vd. (2017) tarafından tasarlanan sistemantik literatür taraması adımları kullanılmıştır. Bu adımlar; araştırma sorularının belirlenmesi, dahil etme/hariç tutma kriterlerinin belirlenmesi, analizi yapılacak literatür tabanının belirlenmesi, bulguların analizi ve raporlamadır. Tedarik zinciri yönetiminde sistemantik literatür taraması tedarik zincirinin teorik çerçevesinin belirlenmesi, analiz birimin belirlenmesi (incelenen birimin tespit edilmesi; ürün, hizmet, finans, perakendeci, tedarikçi vs.) verinin kaynağı (nitel veri kaynağı, nicel veri kaynağı), değişkenler arasındaki ilişki, yapıların tanımları ve araştırma yöntemlerinin sınıflandırılması ile gerçekleştirilebilir (Durach vd., 2017).

Alana ilişkin sistemantik literatür taramasının gerçekleştirilmesi adına Web of Science veri tabanından yararlanılmış, ilgili makaleleri belirlemek için uygun anahtar kelimeler kullanılarak aramalar yapılmıştır. İncelemeye alınacak yayınların belirlenmesinde Tablo 10.1’de yer alan kriterler uygulanmıştır.

Tablo. 10.1 Yayınların Seçimi İçin Dahil Etme Kriterleri

Dahil Etme Kriterleri	Tanım
Anahtar Kelime	“Water footprint” ve “supply chain” kelimeleri beraber görünmeli
Arama Kriteri	Anahtar kelimeler “title” başlıkta bulunmalı
Dil	İngilizce
Doküman türü	Makale
Kaynak türü	Web of Science veri tabanı
Zaman aralığı	Başlangıç tarihinden 09.11.2023 tarihine kadar

Özellikle geçmişten günümüze (09.11.2023) başlığında “water footprint” ve “supplychain” kelimeleri geçen, İngilizce tüm yayınlar taranmış ve sonuç olarak toplam 37 yayına ulaşılmıştır. Döküman türü makale kriterine göre yayın sayısı 24 olarak bulunmuş ve analiz bu 24 makale üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yayınların yıllara göre dağılımı Şekil 10.1’de verilmiştir. Araştırmalar 2009’dan itibaren günümüze kadar artarak devam etmektedir.



Şekil.10.1 Yıllara Göre Makalelerin Dağılımı

3.2 Bulgular

Tedarik zinciri yönetiminde su ayak izi alanının uluslararası literatürdeki gelişimi Tablo 10.2’de gösterilmiştir. Başlığında tedarik zinciri ve su ayak izi kavramları yer alan makaleler araştırmanın konusu, kapsamı ve araştırmanın yapıldığı sektör ve araştırma sonucu açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 10.2. Tedarik Zinciri Yönetiminde Su Yönetimi Yazınındaki Yayınlar

Yazar	Makale Adı	Araştırma Yapılan Sektör	Araştırma ve Sonuçları
Klemeş vd., 2009	Water footprint, water recycling and food-industry supply chains	Gıda	Gıda sektöründe su ayak izi hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda su minimizasyonu tekniklerinin benimsenmesi ile su kullanılan proseslerin tatlı su ihtiyacının ve üretilen atık su miktarının önemli ölçüde azaltılabileceği öne sürülmüştür.
Aviso vd., 2011	Fuzzy input-output model for optimizing eco-industrial supply chains under water footprint constraints	Fayans, Biyoyakıt	Fayans ve biyoyakıt üretiminin vaka çalışması ile tedarik zincirinde su ayak izini optimize edecek girdi-çıkıtı analizi ile model önerisini içermektedir. Her iki sektör için de tedarik zincirinde su tüketiminde en iyi çözüm önerileri araştırılmış, bir işletme ya da bir bölge ile ilgili faaliyetlerin ekolojik ayak izini hesaplamada kullanılabilecek bir model önerisi sunulmuştur.

Bernardi vd., 2012	Optimizing the economics and the carbon and water footprints of bioethanol supply chains	Biyoeanol Yakıt	İtalyan biyoeanol yakıt sektöründe tedarik zincirinin su ve karbon ayak izini optimize edecek şekilde matematiksel programlama yöntemiyle tasarlanmasını içermektedir. Biyoyakıt petrole alternatif olarak düşük bir karbon salınımı sağlarken üretiminde yüksek su tüketimi nedeni ile endişe yaratan bir ürün olarak görülmektedir. Araştırmada işletme karlılığının çevre bilinciyle birlikte ele alınarak karbon emisyonunu ve su ayak izini minimum seviyede tutacak tedarik zinciri tasarımına yönelik 3 farklı senaryo üzerinden model önerisi yapılmıştır.
Roibas vd., 2015	Evaluating the sustainability of Ecuadorian bananas: Carbon footprint, water usage and wealth distribution along the supply chain	Tarım	Ekvador muz üretiminin su tüketimine ve kirliliğe olan etkileri araştırılmıştır. Değer zinciri boyunca Ekvador'da üretilen muzun İspanya'da tüketiminin oluşturduğu su ve karbon ayak izi geleneksel çiftlikler ve organik çiftlikler karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre değer zinciri boyunca su ayak izi açısından çiftlik kullanımının, karbon ayak izi açısından ise dağıtım ve taşımacılığın en yoğun su ayak izine sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sonuçlar gübre kullanımının azaltılmasının su ve karbon ayak izini azaltacağını göstermektedir.
Santini ve Valentini, 2015	Calculating the Water Footprint of an Agri-Food Company's Supply Chain: The Mutti Case	Gıda	İtalyan salça fabrikasının su ayak izinin hesaplanması ve domates üretiminden nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar tedarik zinciri boyunca su ayak izinin dağılımını ve optimize edilmesini ele almaktadır. Elde edilen sonuçlar tedarik zincirinin su ayak izi, toplam su ayak izinin %98'sini oluşturmakta ve kullanılan suyun %14'ü yeşil su, %33'ü mavi su ve %53'ü ise gri sudan oluşmaktadır. Fabrikaya domates sağlayan çiftliklerde sulama ve gübrelemenin optimize edilmesiyle su ayak izinde azalma olacağı tespit edilmiştir.
Noya vd., 2016	Carbon and water footprint of pork supply chain in Catalonia: From feed to final products	Hayvansal Gıda Üretimi	Katalanya'daki domuz ürünlerinin tedarik zinciri sürecinde karbon ve su ayak izi hesaplanması amaçlanmıştır. Yem üretiminden nihai ürünlerin dağıtımına kadar ki tüm tedarik zinciri süreci boyunca çevresel bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre domuz ürünleri tedarik zincirindeki karbon ve su ayak izinin %76 ile en önemli kısmı yem üretiminde ortaya çıkmaktadır. Bu da buğday, mısır, arpa gibi yem içeriği olarak kullanılan besin bileşimlerinin üretiminden kaynaklanmaktadır. Bu aşamada yeşil su ayak izi %79, mavi %12, gri su ayak izi %9 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yem bileşenlerinin optimizasyonu ile sektördeki su ayak izinin azaltılabileceğine dikkat çekilmektedir.

Acquaye vd., 2017	Measuring the environmental sustainability performance of global supply chains: A multi-regional input-output analysis for carbon, sulphur oxide and water footprints	Kimya, Elektrik	Küresel endüstriyel tedarik zincirinin çevresel sürdürülebilirlik bağlamında araştırılmasını ele alan makale, özellikle G7, EU27 ve BIC ülkelerinde kimya ve elektrik endüstrilerinde tedarik zincirinin çevresel etkilerine odaklanmıştır. İki ağır sanayide karbon emisyonları, kükürt oksit emisyonları ve su kullanımına ilişkin 15 yıllık çıktılar zaman serileri analizi ile analiz edilmiştir. Çalışma, benimsenen tüketime dayalı sistemin güçlü yönlerinden yararlanarak, kullanılan göstergeler ve değerlendirilen ülkeler için toplam ayak izine doğrudan ve dolaylı çevresel etkilerin anlaşılmasını sağlamaktadır. Elde edilen bulgulara göre Fransa, Brezilya gibi bazı ülkelerin çevresel sürdürülebilirlik performanslarında iniş ve çıkışların olduğu gözlemlenmiştir.
Aivazidou vd., 2018	A water footprint management framework for supply chains under green market behaviour	Gıda	Şarap sektöründe sürdürülebilir tedarik zinciri anlayışı kapsamında su ayak izinin ekonomik sürdürülebilirlik açısından etkisi ve su ayak izi yönetim politikalarının belirlenmesine ilişkin bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada şarap tedarik zincirinin mavi su ayak izi ve yıllık kâr hakkında kapsamlı bir araştırma sağlamak için, yeşil piyasa davranışlarının (temel, doğrusal, lojistik) ve su ayak izi yönetim politikalarının (politika yok, tarım politikası, sanayi politikası) tüm olası kombinasyonları simüle edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; su verimliliği politikalarının tedarik zincirinin finansal performansı üzerindeki etkisi, tüketicilerin artan çevresel duyarlılığı altında daha da güçlü hale gelmektedir. Araştırma sonuçlarına göre şarap sektöründe özellikle bağcılık aşamasında yoğun olan mavi su tüketimi damla sulama yöntemi ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Üretim aşamasında ise su geri dönüşümü ve yeniden kullanım fırsatı sağlayan üretim teknolojilerine yatırım yapılması önerilmektedir.
Naranjo-Merino vd., 2018	Assessing Green and Blue Water Footprints in the Supply Chain of Cocoa Production: A Case Study in the Northeast of Colombia	Gıda	Makale Kolombiya'nın Norte de Santander bölgesinde kakao üretiminin bölgesel yeşil ve mavi su ayak izlerini ölçmeyi hedeflemektedir. Yapılan ölçüm sonucunda kakao üretiminde toplam su ayak izinin %70'i yeşil su ayak izinden, %30'u ise mavi su ayak izinden oluşmaktadır. Daha önce küresel kakao üretiminin su ayak izi ölçümüne göre Kolombiya'nın su ayak izinin daha düşük çıkmasının nem ve rüzgar hızına bağlı olduğu öne sürülmüştür. Ayrıca gübre ve pestisit kullanımının azaltılması ile su kirliliğinin azaltılabileceği böylece gri su ayak izinin de düşürülebileceği önerilmektedir.

Tsolakis vd., 2018	Blue Water Footprint Management in a UK Poultry Supply Chain under Environmental Regulatory Constraints	Hayvansal Gıda Üretimi	Birleşik Krallık'ta en çok tüketilen et türü olan tavuğun, tedarik zincirinde mavi su ayak izinin araştırılması çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Çalışmada işlenmiş tavuk tedarik ağında hem su kullanımını hem de karlılığı yakalamak için yeni bir simülasyon tabanlı model geliştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; firmaların yüksek piyasa hizmet düzeylerini ve karlılığını korurken, tatlı su tahsisini önemli ölçüde azaltmak için su dostu üretim teknolojilerine yatırım yapmaları gerektiği tespit edilmiştir. Politika yapımcılar açısından ise simülasyon sonuçları, sabit parasal ceza uygulayan düzenlemelerin, belirlenen su kullanım üst sınırını aşan harcanan su hacimlerine orantılı vergilendirme uygulayan düzenlemeler kadar etkili olmadığını göstermektedir.
Le Roux vd., 2018	Water Footprints of Vegetable Crop Wastage along the Supply Chain in Gauteng, South Africa	Tarım	Güney Afrika'da tedarik zinciri boyunca sebze israfının su ayak izinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsam Güney Afrika'nın Gauteng şehrinde üretilen havuç, lahanası, pancar, brokoli ve marulun israfı çiftlikten tüketiciye kadar olan tedarik zinciri süreci boyunca tahminlenmiştir. En büyük israfın %70 oranında paketlenme adımı olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre; israf nedeniyle havuç ve pancar gibi kök sebzelerin yıllık üretiminin tahmini %29'u, lahanası, brokoli ve marul üretiminin ise %32'si kaybolmaktadır. Yaz, sonbahar ve kış aylarında havuç, sonbahar ve kış aylarında pancar ve yaz, kış ve ilkbahar aylarında marul israfı oluşmakta, bu ürünlerin üretiminde yüksek miktarlarda mavi su kullanılmakta ve bu su, gıda israfı yoluyla kaybolmaktadır. Ayrıca atık haline gelen mahsulleri üretebilmek için kullanılan mavi suyun, bu mahsulleri temizlemek ve paketlemek için paketlenme tesislerinde kullanılan toplam mavi sudan çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.
Subramaniam vd., 2020	Assessing water footprint for the oil palm supply chain- a cradle to gate study	Tarım, Gıda	Araştırmada palm yağı tedarik zincirinin su ayak izinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Yerel mavi su kıtlığına bağlı olarak su tükenme indeksi yöntemiyle palmye yağı taze meyve yetiştirme, ham palm yağı, palmye çekirdeği yağı üretimi gibi tüm tedarik zinciri su ayak izi hesaplanmıştır. Hesaplama Malezya'da 1 ton palm yağının üretiminde ortaya çıkan su ayak izini ölçmek üzere tasarlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre; ürünü yetiştirmek için kullanılan suyun en önemli kısmı ekim aşamasında gerçekleşmektedir. Palmye ağaçlarının yağmurla beslenmesi ve sulanmasına ihtiyaç duyulmaması, palm yağı tedarik zincirinde su ayak izi yoğunluğunun diğer yağ sektörlerine göre (ayçiçek yağı üretiminde sulamanın su ayak izinin %82'sini oluşturması gibi) farklı süreçlerde yoğunlaşmasına sebep olmaktadır.

Das vd., 2020	Supply chain network design considering carbon footprint, water footprint, supplier's social risk, solid waste, and service level under the uncertain condition	-	Araştırma, tedarik zinciri süreçlerini sürdürülebilir hale getirmenin yalnızca karbon ayak izine yönelik çalışmalarla sağlanamayacağını savunmaktadır. Çalışma, karbon ayak izi, su ayak izi, katı atık, sosyal sürdürülebilirlik, hizmet seviyesi, farklı ulaşım modları ve envanterleri stokastik şekilde ele alarak çok ürünli ve çok kademeli bir sürdürülebilir tedarik zinciri ağı tasarımı modeli önermektedir. Önerilen modelin, karar vericilerin önceden belirlenmiş karbon ayak izi, su ayak izi, katı atık, sosyal sürdürülebilirlik ve hizmet düzeyine sahip malzemeleri üretmek için tedarik zinciri boyunca optimum malzeme akışı tahmin etmesini kolaylaştıracağı öne sürülmektedir.
Brauman vd., 2020	Unique water scarcity footprints and water risks in US meat and ethanol supply chains identified via subnational commodity flows	Hayvansal Gıda Üretimi	Çalışma ABD'de et ve etanol üretiminde tedarik zinciri boyunca su ayak izini araştırmaya odaklanmıştır. Ölçüm, mekansal bir optimizasyon modeline dayanmaktadır. Elde edilen bulgulara göre; sığır eti üretiminde tavuk eti üretiminden daha az yerleşik sulama suyu kullanıldığı ve sığır eti üretiminin domuz eti üretiminden daha az sulama suyu tükettiği tespit edilmiştir. Özellikle et ve etanol üreten ve çok yüksek sulama suyu tüketen bireysel tesislerin sektör çapında su tüketimi üzerinde ciddi bir etkiye sahip olduğu konusunda uyarıda bulunulmaktadır.
Ding vd., 2022	Mapping Water, Energy and Carbon Footprints Along Urban Agglomeration Supply Chains	-	Çin'de belirlenen kentlerin tedarik zinciri boyunca su, karbon ve enerji ayak izlerinin haritalanması amaçlanmıştır. Shenzhen, Guangzhou ve Foshan gibi gelişmiş bölgelerde aktif çevre politikaları sayesinde 2015 yılında 2012 yılına göre su, karbon ve enerji ayak izinde %27 ile %35 arasında bir azalma söz konusu olduğu tespit edilmiştir.
Agnusdei vd., 2022	Towards circular economy in the agrifood sector: Water footprint assessment of food loss in the Italian fruit and vegetable supply chains	Tarım	Çalışma İtalyan meyve ve sebze tedarik zincirlerindeki gıda kaybının su ayak izi üzerinde bir araştırma gerçekleştirmekte ve döngüsel ekonomi politikaları ile su yönetimi arasındaki potansiyel bağlantıları analiz etmektedir. Sebze grubu için domates ve soğan, meyve grubu için portakal, limon, elma ve üzüm analize dahil edilen tarım ürünleridir. Elde edilen sonuçlara göre; tedarik zinciri boyunca kaybedilen üzüm miktarı su kaybının en büyük yüzdesini oluşturmaktadır. Domates yetiştirmek için gereken su miktarının düşük olması sebebiyle domates, tedarik zincirinin su kaybı açısından en sürdürülebilir zincir durumundadır. İtalyan meyve ve sebze ticaret pazarının analizi yapılmış, yüksek ticaret hacimlerine paralel olarak su kayıplarının yoğun olarak Fransa ve İspanya'dan yapılan ithalattan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Ayrıca İtalyan meyve ve sebze tedarik zincirinde taşıma aşamasında büyük miktarda gıda kaybı olduğu görülmüş, bu da büyük miktarda su kaybıyla ilişkilendirilmiştir.

Houyin vd. 2022	Water footprint and virtual water flows embodied in China's supply chain	14 Farklı Sektör	2007-2017 yılları arasında Çin tedarik zincirinin doğrudan, dolaylı su ayak izini ve sanal su ticaretini (EIO-LCA) ekonomik girdi – çıktı yaşam döngüsü modeli ve binom açılımı yöntemi ile tarım, madencilik, tekstil, ağaç işleme, gıda, kağıt, petrokimya, kimya, metal, elektrikli makine, elektrik, diğer imalat sanayi, inşaat sektörleri olmak üzere 14 farklı sektör üzerinde analiz etmektedir. Elde edilen sonuçlara göre Çin'in ilgili dönemde su ayak izinin %6,5 arttığı ve Çin'in sanal su ithalatçısı bir ülke konumunda olduğu tespit edilmiştir.
Madaka vd., 2022	Opportunities for reducing the supply chain water footprint of metals used in consumer electronics	Metal	Çalışma, tüketicilerin satın aldığı elektronik ürünlerde bulunan metallerin çıkarılması ve üretilmesiyle ilişkili yaşam döngüsünde su tüketimini ele almakta ve su ayak izini azaltma fırsatlarını değerlendirmektedir. Elde edilen sonuçlara göre; ürün düzeyinde, değerli metallerin kullanımında akıllı telefonlar en yüksek katkıyı sağlarken, alüminyum kullanımında ise dizüstü bilgisayarlar yüksek bir katkıya sahip olup, toplam su ayak izinin yaklaşık %40'ını oluşturmaktadır. Su kılığını azaltmaya yönelik en önemli fırsat olarak, metallerin daha düşük su kılığı olan bölgelerden tedarik edilmesi ve geri dönüştürülmüş içeriğin kabul edilebilir maksimum seviyeye yükseltilmesi sunulmuştur. Yeni akıllı telefonlarda ve dizüstü bilgisayarlarda geri dönüştürülmüş içerik malzemelerinin kullanımının, su ayak izini %20 civarında azaltabileceği öngörülmüştür.
Aivazidou vd., 2022	Wine Supply Chain Network Configuration under a Water Footprint Cap	Gıda	Çalışma tarımsal gıda sektörüne odaklanarak, şarap tedarik zinciri yönetiminde su ayak izini ve maliyetleri en aza indirmek suretiyle tedarik zinciri ağı tasarımını incelemektedir. Bu kapsamda sektörün tedarikçisi olan bağ yetiştiricilerini ve üretim tesislerini değerlendirmede bir karma tam sayılı doğrusal programlama modeli geliştirilmiştir. Bulgular, maliyetler ve tatlı su kullanım verimliliği arasındaki dengeyi sağlamak amacıyla su ayak izi üst sınırı değerlerine bağlı olarak üretim ve taşıma hacimleriyle birlikte ağı yapısının tasarlanması gerektiğini vurgulamaktadır.
Barbosa ve Cansino, 2022	A Water Footprint Management Construct in Agri-Food Supply Chains: A Content Validity Analysis	Gıda	Su ayak izi yazınında en büyük sorunlardan biri veriye ulaşmak ve karmaşık ölçüm tekniklerini uygulamak olarak görülmektedir. Çalışma, tarım endüstrisinde tedarik zinciri yönetimine odaklanarak şirketler tarafından uygulanan su ayak izi yönetimi uygulamalarını değerlendirmek için bir anket ölçeği önermekte ve değerlendirmektedir. Bunun için sistematik literatür taraması yapılarak ölçeğin maddeleri belirlenmiş, bu maddelerin içerik geçerliliği için içerik geçerlilik endeksi, Kappa sayısı gibi endeksler kullanılarak analizler yapılmıştır. Ölçek maddeleri; su ayak izi muhasebesi, izlenebilirlik ve tedarik zinciri boyunca su ayak izi ölçümü, su kirliliği riskinin azaltılması, su denetimi ve kontrolü, su tasarrufu sağlayan teknolojilerin kullanımı, atık suyun yeniden kullanımı ve geri dönüşümünden oluşmaktadır.

Hessampour vd., 2023	Joint life cycle assessment and data envelopment analysis for the benchmarking of energy, exergy, environmental effects, and water footprint in the canned apple supply chain	Gıda	Konserve elma üretiminin ekonomik göstergeleri ve çevresel etkilerinin analizini konu etmektedir. Araştırmada yaşam döngüsü değerlendirmesinden yararlanılarak İran'ın Azerbaycan bölgesindeki elma konservesi üretiminde enerji tüketim oranını, kümülatif ekserji talebini (CExD), su ayak izini ve çevresel etkileri analiz etmektedir. Elde edilen bulgulara göre; araştırma alanındaki elma bahçelerinin verimliliğinin düşük, mikro besin maddeleri ve fosfat azaltma potansiyelinin fazla olduğu tespit edilmiştir. Sabit elektromotorlar kurularak, bahçıvanların mahsullerini su ihtiyacı hakkındaki bilgilerini artırarak, salma sulamadan kaçınılarak ve yağmurlama sulama teknikleri uygulanarak, bahçelerde su akışını teşvik etmek için hassas ve düzgün bir eğim sağlanarak su ayak izi değerlerinin düşürülebileceği önerilmektedir.
Cao vd., 2023	Evolving water, energy and carbon footprints in China's food supply chain	Gıda	Çalışmada Çin'in gıda tedarik zincirinin enerji ve su ayak izinin girdi-çıkıtı analizine bağlı olarak uyarlanmış yapısal yol analizi ve yapısal ayrıştırma analizi model önerisi gerçekleştirilmiştir. Değerlendirme sonucunda su-enerji-gıda sistemlerinin birbirine bağımlılığı tespit edilmiştir. Bu durumun politika yapımcılar tarafından entegre politika ve eylem planlarının geliştirilmesinde dikkate alınması önerilmektedir. Ayrıca yapılan araştırmanın sonuçları dikkate alınarak, tüketicileri geleneksel tüketim biçimlerini (mevsim meyveleri satın almak ve sıfır ambalajlı alışverişi benimsemek gibi) seçmeye yönlendirmenin su ve enerji tasarrufu açısından daha yararlı olabileceği ileri sürülmektedir.
Cruz ve Tan, 2023	Cost and water footprint trade-off in a supply chain optimization model	-	Literatürdeki boşluğu doldurmak adına ürünlerin su ayak izinin hesaplanması yerine çalışmada tedarik zincirinde optimal karar alma yöntemlerinin incelenmesine odaklanılmıştır. Tedarik zinciri maliyetlerini ve su ayak izini en az seviyeye indiren optimizasyon modeli geliştirilmiş, ürünlerin üretiminde kullanılacak hammadde kaynaklarının belirlenmesi ve arz sıkıntısı durumunda firmanın alacağı aksiyonları belirlemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda bir tedarik zincirinde tedarikçi seçiminde maliyet ve su ayak izi arasındaki dengeyi dikkate alan bir optimizasyon modeli geliştirilmiş, tedarik zinciri kararlarının alınmasında su ayak izi muhasebesinin önemi ortaya konmuştur.
Siyal vd., 2023	The importance of irrigation supply chains within the water footprint: an example from the Pakistani part of the Indus basin	Sulama Havzası	Araştırmada İndus havzasının Pakistan kısmında sulama sistemleri tedarik zincirinin (depolama rezervuarları, kanallar ve barajlar) su ayak izinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Analiz sonucunda su ayak izi yaklaşımı ile hareket edilmesi, geleneksel su yönetimi yaklaşımına göre çok daha küçük kayıplar ve daha yüksek verimlilik sağlamaktadır. Araştırma büyük sulama sistemlerindeki ağlarda (suyun depolanması, taşınması ve sulama uygulaması) sulama tedarik zincirlerinin mavi su ayak izlerini tahmin ederek, tarımsal su ayak izi değerlendirmelerine sulama tedarik zincirlerini dahil etmenin önemini ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

İşletmelerin tedarik zinciri için paydaşlar tarafından artan sürdürülebilirlik beklentisiyle başa çıkmak zorunda olması, sürdürülebilirlik konusunda işletmeleri tedarikçilerinin yanısıra müşterileri ile de işbirliği yapmaya yöneltmiştir (Blomevd., 2014:639). Aynı zamanda gelecek nesillere kaynak aktaramama endişesi tüketicileri de sürdürülebilir işletmeleri tercih etme noktasında harekete geçirmiştir. Tekstil, otomotiv, elektronik, gıda gibi bir çok sektör için tüketiciler, sürdürülebilirliği benimsemiş işletmeleri tercih etme eğilimindedir. Bu nedenle işletmeler rekabet, kalite ve fiyatta lider olmanın yanı sıra daha yeşil ve sürdürülebilir bir tedarik zinciri süreci yaratma konusunda da çaba içerisindedirler. (Zhu, He, 2017:168).

Tatlı suyun küresel üretim ve tüketimde hem tarımsal hem de endüstriyel faaliyetler için hayati bir kaynak olması nedeni ile (United Nations, 2023), suyun kullanımına ilişkin girişimlerin tedarik zinciri yönetimine dahil edilmesi bir zorunluluk haline almıştır. Birçok sektör için de su en önemli girdiler arasındadır. Tarım, hayvancılık, gıda, kimya, elektrik, metal ve endüstriyel sektörler bu sektörler arasındadır. Dünyadaki işletilebilir suların önemli bir kısmı tarım ve tedarik zincirinin devamı olan gıda sektörü tarafından kullanılmaktadır. Öyle ki tarım, küresel su tüketiminin yaklaşık %85'ini oluştururken (Pfister ve Bayer, 2014:52) dünyanın giderek artan nüfusu için tarım ürünlerinin ekimi ve üretimi bu su tüketiminden sorumludur (Subramaniam vd., 2020). Bu çalışmada incelenen tedarik zinciri yönetiminde su ayak izi konulu makaleler göz önüne alındığında incelenen çalışmaların yaklaşık %70'inin gıda, tarım ve hayvancılık sektörü tedarik zinciri sürecinin su ayak izini hesaplamak üzerine olduğu görülmüştür. Çünkü gıda üretim ve tüketiminden oluşan gıda tedarik zincirinin yoğun kaynak tüketimi ve çevresel etkileri, milyonlarca üretici ve tüketicinin birleşik etkilerinden oluşmaktadır (Cao vd., 2023:2). Ayrıca tarım ve gıda dışında biyokimya, metal, elektrik, kimya ve endüstriyel sektörlerin tedarik zincirlerinde su ayak izinin hesaplanmasına yönelik araştırmaların yapıldığı incelenen makalelerden görülebilmektedir. Makalelerden elde edilen sonuca göre su hayat kadar değerli ancak bir o kadar sınırlı bir kaynaktır. Tüketilmesi, korunması, sürdürülebilirliği ve gelecek nesillere aktarılması konusu insanlar, işletmeler, hükümetler, sivil toplum kuruluşları başta olmak üzere tüm birey ve kurumların sorumluluğundadır.

Bu çalışmanın, çevresel sürdürülebilirlik açısından tedarik zinciri yönetiminde su ayak izi literatürüne ve özellikle ilgili literatürün detaylı incelenmesi ile gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutması hedeflenmiştir. Gelecekte yapılacak tedarik zincirinde su ayak izi çalışmaları konusunda tarım, gıda gibi temel sektörlerin dışında otomotiv, tekstil, maden endüstrisi gibi yoğun su kullanan diğer sektörlerde de araştırmaların artırılması, sektörler arası, bölgeler arası, ülkeler arası kıyaslamaların yapılması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Acquaye, A., Feng, K., Oppon, E., Salhi, S., Ibn-Mohammed, T., Genovese, A., & Hubacek, K. (2017). Measuring the environmental sustainability performance of global supply chains: A multi-regional input-output analysis for carbon, sulphur oxide and water footprints. *Journal of environmental management*, 187, 571-585.
- Agnusdei, G. P., Coluccia, B., Pacifico, A. M., & Miglietta, P. P. (2022). Towards circular economy in the agrifood sector: Water footprint assessment of food loss in the Italian fruit and vegetable supply chains. *Ecological indicators*, 137, 108781.
- Aivazidou, E., Tsolakis, N., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2018). A water footprint management framework for supply chains under green market behaviour. *Journal of Cleaner Production*, 197, 592-606.
- Aivazidou, E., Aidonis, D., Tsolakis, N., Achillas, C., & Vlachos, D. (2022). Wine Supply Chain Network Configuration under a Water Footprint Cap. *Sustainability*, 14(15), 9494.
- Aldaya, M. M., Chapagain, A. K., Hoekstra, A. Y., & Mekonnen, M. M. (2012). The water footprint assessment manual: Setting the global standard. Routledge.
- Alper, F. (2015). Sürdürülebilirlik Kavramı İçerisinde Su Ayak İzi: Tekstil Sektörü Örneği. (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Amores-Salvador, J., Martín-de Castro, G., & Navas-López, J. E. (2014). Green corporate image: Moderating the connection between environmental product innovation and firm performance. *Journal of Cleaner Production*, 83, 356-365.
- Aviso, K. B., Tan, R. R., Culaba, A. B., & Cruz Jr, J. B. (2011). Fuzzy input-output model for optimizing eco-industrial supply chains under water footprint constraints. *Journal of Cleaner Production*, 19(2-3), 187-196.
- Barbosa, M. W., & Cansino, J. M. (2022). A Water Footprint Management Construct in Agri-Food Supply Chains: A Content Validity Analysis. *Sustainability*, 14(9), 4928.
- Baggio, G., Qadir, M., & Smakhtin, V. (2021). Freshwater availability status across countries for human and ecosystem needs. *Science of The Total Environment*, 792, 148230.
- Bernardi, A., Giarola, S., & Bezzo, F. (2012). Optimizing the economics and the carbon and water footprints of bioethanol supply chains. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 6(6), 656-672.
- Blome, C., Hollos, D., & Paulraj, A. (2014). Green procurement and green supplier development: antecedents and effects on supplier performance. *International Journal of Production Research*, 52(1), 32-49.

- Brauman, K. A., Goodkind, A. L., Kim, T., Pelton, R. E., Schmitt, J., & Smith, T. M. (2020). Unique water scarcity footprints and water risks in US meat and ethanol supply chains identified via subnational commodity flows. *Environmental Research Letters*, 15(10), 105018.
- Cao, Q., Song, J., Liu, C., & Yang, W. (2023). Evolving water, energy and carbon footprints in China's food supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 423, 138716.
- Cruz, D. E., & Tan, R. R. (2023). Cost and water footprint trade-off in a supply chain optimization model. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1-20.
- CSCMP (Council of Supply Chain Management Professionals), (2008). <http://cscmp.org/>. (Erişim Tarihi: 15.10.2023).
- Čuček, L., Klemeš, J. J., & Kravanja, Z. (2012). A review of footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 34, 9-20.
- Das, R., Shaw, K., & Irfan, M. (2020). Supply chain network design considering carbon footprint, water footprint, supplier's social risk, solid waste, and service level under the uncertain condition. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22, 337-370.
- Ding, Y., Li, Y., Zheng, H., Ma, Y., Huang, G., Li, Y., & Shen, Z. (2022). Mapping water, energy and carbon footprints along urban agglomeration supply chains. *Earth's Future*, 10(4), e2021EF002225.
- Durach, C. F., Kembro, J., & Wieland, A. (2017). A new paradigm for systematic literature reviews in supply chain management. *Journal of Supply Chain Management*, 53(4), 67-85.
- Durán-Sánchez, A., Álvarez-García, J., Río-Rama, D., & De la Cruz, M. (2018). Sustainable water resources management: A bibliometric overview. *Water*, 10(9), 1191.
- Dursun, N. (2019). Ardahan Üniversitesi Yenisey Kampüsü'nde görev yapan personel ve öğrenim gören öğrencilerin su ayak izinin belirlenmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(3), 1526-1536.
- Fu, T., Xu, C., Yang, L., Hou, S., & Xia, Q. (2022). Measurement and driving factors of grey water footprint efficiency in Yangtze River Basin. *Science of the Total Environment*, 802, 149587.
- Gu, Q., & Lago, P. (2009). Exploring service-oriented system engineering challenges: a systematic literature review. *Service Oriented Computing and Applications*, 3, 171-188.
- Haque, M. S., Nahar, N., & Sayem, S. M. (2021). Industrial water management and sustainability: development of SIWP tool for textile industries of Bangladesh. *Water Resources and Industry*, 25, 100145.

- Hessampour, R., Bastani, A., Hassani, M., Failla, S., Vaverková, M. D., & Ha-log, A. (2023). Joint life cycle assessment and data envelopment analysis for the benchmarking of energy, exergy, environmental effects, and water footprint in the canned apple supply chain. *Energy*, 278, 127795.
- Hoekstra A.Y., Hung, P. Q. (2002). Virtual water trade a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Erişim Adresi: <https://www.waterfootprint.org/resources/Report11.pdf> Erişim Tarihi: 02.11.2023
- Hoekstra, A. Y. (2008). Water neutral: reducing and offsetting the impacts of water footprints, Value of Water Research Report Series No. 28. *Delft: UNESCO-IHE Institute for Water Education*. Erişim Adresi: <https://www.waterfootprint.org/resources/Report28-WaterNeutral.pdf> . Erişim Tarihi:10.10.2023
- Hoekstra, A. Y., A. K. Chapagain, M. M. Aldaya, and M. M. Mekonnen (2011), The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, Earthscan, London, U. K.; Washington, DC.
- Hoekstra, A. Y. (2013). The Supply-Chain Water Footprint of Paper. *Water Footprint of Modern Consumer Society*. 103-117.
- Høgevold, N. M. (2011). A corporate effort towards a sustainable business model: a case study from the Norwegian furniture industry. *European Business Review*, 23(4), 392-400.
- Houyin, L., Yangting, O., & Hong, Z. (2022). Water footprint and virtual water flows embodied in China's supply chain. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(4-5), 930-945.
- Human Rights Council. (2011). The human right to safe drinking water and sanitation. Erişim Adresi:<https://www.right-docs.org/doc/a-hrc-res-16-2/>. Erişim Tarihi: 20.10.2023
- Jefferies, D., Muñoz, I., Hodges, J., King, V. J., Aldaya, M., Ercin, A. E., & Hoekstra, A. Y. (2012). Water footprint and life cycle assessment as approaches to assess potential impacts of products on water consumption. Key learning points from pilot studies on tea and margarine. *Journal of Cleaner Production*, 33, 155-166.
- Klemeš, J. J., Varbanov, P. S., & Lam, H. L. (2009). Water footprint, water recycling and food-industry supply chains. In *Handbook of waste management and co-product recovery in food processing* (pp. 134-168). Woodhead Publishing.
- Le Roux, B., Van der Laan, M., Vahrmeijer, T., Annandale, J. G., & Bristow, K. L. (2018). Water footprints of vegetable crop wastage along the supply chain in Gauteng, South Africa. *Water*, 10(5), 1-15.
- Li, X., Ren, J., Wu, Z., Wu, X., & Ding, X. (2021). Development of a novel process-level water footprint assessment for textile production based on modularity. *Journal of Cleaner Production*, 291, 125884.

- Liu, J., Yang, H., Gosling, S. N., Kumm, M., Flörke, M., Pfister, S., & Oki, T. (2017). Water scarcity assessments in the past, present, and future. *Earth's future*, 5(6), 545-559.
- Lovarelli, D., Bacenetti, J., & Fiala, M. (2016). Water Footprint of crop productions: A review. *Science of the Total Environment*, 548, 236-251.
- Madaka, H., Babbitt, C. W., & Ryen, E. G. (2022). Opportunities for reducing the supply chain water footprint of metals used in consumer electronics. *Resources, Conservation and Recycling*, 176, 105926.
- Manzardo, A., Ren, J., Piantella, A., Mazzi, A., Fedele, A., & Scipioni, A. (2014). Integration of water footprint accounting and costs for optimal chemical pulp supply mix in paper industry. *Journal of Cleaner Production*, 72, 167-173.
- Naik, G.; Lord, R. Corporate Physical Assets Increasingly in Harm's Way as Climate Change Intensifies. Erişim adresi: <https://www.spglobal.com/esg/insights/corporate-physical-assets-increasingly-in-harm-s-way-as-climate-change-intensifies> (Erişim tarihi: 18.11.2023).
- Naranjo-Merino, C. A., Ortíz-Rodríguez, O. O., & Villamizar-G, R. A. (2018). Assessing green and blue water footprints in the supply chain of cocoa production: a case study in the northeast of Colombia. *Sustainability*, 10(1), 38.
- Noya, I., Aldea, X., Gasol, C. M., González-García, S., Amores, M. J., Colón, J., & Boschmonart-Rives, J. (2016). Carbon and water footprint of pork supply chain in Catalonia: From feed to final products. *Journal of environmental management*, 171, 133-143.
- Pfister, S., & Bayer, P. (2014). Monthly water stress: spatially and temporally explicit consumptive water footprint of global crop production. *Journal of Cleaner Production*, 73, 52-62.
- Rees, W. E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and urbanization*, 4(2), 121-130.
- Rockström, J., Falkenmark, M., Karlberg, L., Hoff, H., Rost, S., & Gerten, D. (2009). Future water availability for global food production: The potential of green water for increasing resilience to global change. *Water resources research*, 45(7), 1-16.
- Roibás, L., Elbehri, A., & Hospido, A. (2015). Evaluating the sustainability of Ecuadorian bananas: Carbon footprint, water usage and wealth distribution along the supply chain. *Sustainable Production and Consumption*, 2, 3-16.
- Santini, M., & Valentini, R. (2015). Calculating the Water Footprint of an Agri-Food Company's Supply Chain: The Mutti Case. *The Water We Eat: Combining Virtual Water and Water Footprints*, 243-256.

- Siyal, A. W., Gerbens-Leenes, W., Aldaya, M. M., & Naz, R. (2023). The importance of irrigation supply chains within the water footprint: an example from the Pakistani part of the Indus basin. *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 20(1), 2208644.
- Subramaniam, V., Hashim, Z., Loh, S. K., & Astimar, A. A. (2020). Assessing water footprint for the oil palm supply chain-a cradle to gate study. *Agricultural Water Management*, 237, 106184.
- Tsolakis, N., Srai, J. S., & Aivazidou, E. (2018). Blue water footprint management in a UK poultry supply chain under environmental regulatory constraints. *Sustainability*, 10(3), 625.
- Turan, E. S. (2017). Türkiye'nin su ayak izi değerlendirmesi. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(EK-1), 55-62.
- United Nations. Water in a Changing World: The United Nations World Water Development Report 3. Erişim adresi: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000181993> (erişim tarihi: 15.10.2023).
- Xinchun, C., Mengyang, W., Rui, S., La, Z., Dan, C., Guangcheng, S., ... & Shuhai, T. (2018). Water footprint assessment for crop production based on field measurements: A case study of irrigated paddy rice in East China. *Science of the Total Environment*, 610, 84-93.
- Weerasooriya, R. R., Liyanage, L. P. K., Rathnappriya, R. H. K., Bandara, W. B. M. A. C., Perera, T. A. N. T., Gunarathna, M. H. J. P., & Jayasinghe, G. Y. (2021). Industrial water conservation by water footprint and sustainable development goals: a review. *Environment, Development and Sustainability*, 1-49.
- World Economic Forum. 2023. Global Risks Report 2023. Erişim adresi: <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/> (erişim tarihi: 01.11.2023)
- Zhu, W., & He, Y. (2017). Green product design in supply chains under competition. *European Journal of Operational Research*, 258(1), 165-180.